

鋼鐵工業叢書

特種鑄鐵

余名鈺著

3.9

龍門聯合書局出版

特 种 鑄 鉄

余 名 鉦 著

★ 版 权 所 有 ★

龙 門 联 合 書 局 出 版

上海市書刊出版业营业許可証出 029 号

上海淮海中路 1813 号

新 华 書 店 总 經 售

上海大众文化印刷厂印刷

上海威海卫路 253 号

开本: 787×1092 1/23 印数: 0,001—11,150册

印張: 11 11/23 插頁: 7 1951年6月第 一 版

字數: 212,000 , 1959年2月第四次印刷

定价: (10) 1.70 元

序

在本叢書第一集鑄鐵裏，曾經敘述了普通鑄鐵的熔鑄。因普通鑄鐵鑄製的手續簡單，易於操作，且成本低廉，所以能在各種工程中，被廣泛的採用；但又因其硬度不高，強度極低，往往在特種工程上，會感到許多地方不能勝任，或是經久耐用的程度不夠。科學是無止息地前進的，現在我們對於一切物質的性能，並沒有充分利用；要充分利用各種物質的性能，是必須應用種種的方法的。特種鑄鐵便是應用了特種的方法，將鑄鐵的固有性能，在普通熔鑄方法裏未曾表現出來的，來作多方面的利用。

本集特種鑄鐵的主題，是詳細敘述卒冷硬鐵、展性鑄鐵、加製鑄鐵、鑄鐵的熱處理、及合金的應用等；希望能根據這些事實的敘述，應用到實際製造上去。用上述這幾種特種方法所發生的鑄鐵的特性，有許多相同的地方。我們應該觀察環境的條件如何，採用最便利的方法，以滿足所需要的物理性能。譬如欲使鑄鐵表面發硬，倘硬度需深入皮下的，那麼就施用卒冷變硬；若硬度只需皮面就够應用的，則可採用熱處理的氮化法，或用火燄及感應電熱淬火法。展性鑄鐵和加製鑄鐵，也有許多相同的物理性能；不過大件的厚鑄件，應採用加製鑄鐵，因其無須經過長時期的迴火工作；至於小件的，則採用展性鑄鐵，因其有特種的物理性，迴火操作亦不致太費時間。合金鑄鐵可以操縱鑄鐵的各種強度和硬度，而展性鑄鐵和加製鑄鐵配合熱處理，也可以操縱其強度和硬度；在鐵合金供應上發生困難的環境中，就不必搜集合金，而改用展性鑄鐵或加製鑄鐵，把它經過適當的熱處理後便可以應用了。

特種鑄鐵在應用方面，限於特種用途，似不如普通鑄鐵的普遍；但實際上並不如此，其應用的範圍，正日益廣泛，目前不獨重要的工程必須採用特種鑄鐵，即一般就經濟觀點而言，也有廣泛採用特種鑄鐵的趨勢了。

卒冷硬鐵的主要用途，是做軋輥和車輪。以軋製鋼料的軋輥來講，每千噸的鋼料，消費軋輥平均為三至五噸；若以年產兩百萬噸鋼料計，軋輥的消費量，就要幾千乃至一萬噸；他如軋泥、磨粉、鑄殼、研布、壓皮、以及製造橡皮及油漆等各種硬輥的需要量，在未來的工業建設中，其數也必大有可觀。軋製機上以軋輥為主件，軋輥硬度不夠，就易磨蝕變形；強度太低，就會折損；所以其成分必須標準配合，模製必須合理；否則，因軋輥不合而引起的無形重大損失，將不可數計。

卒冷鑄鐵的車輪是應用於鐵道上的運貨車上的，所以必須力求標準化，以保行車的安全；否則，一經碎裂，貨車出軌，不獨整理費時，而且有碍交通；所以車輪鑄成後，必須入坑退火，以減除內脅；並使灰口部份的石墨起球騰作用，以增進其強度。

展性鑄鐵在未來的汽車、農具、航空、紡織等工業中，其需要量均將隨着工業建設而大量增多。其品質和成本，應適合於國際標準；所以熔鐵和迴火設備，必須新式而齊全；同時使熔鐵達過熱化，含矽量提高，使迴火時間縮短至十餘小時。設廠的費用雖較多，但若從長打算，經年累積所節省的燃料和熱力，便足以補償設廠的費用而有餘。展性鑄鐵不僅限於製造高度的可展性鑄鐵，也可以減低其可展性，以增加其強度；又可以採用熱處理，以變更其性能；加熱淬火，以增進其硬度。上述這些操作方法，都希望推廣採用，以發揮展性鑄鐵的各種優良性能，配合着工業上的各種需要。

加製鑄鐵亦必須廣泛推行，以節省原料的消耗。在推廣加製鑄鐵之先，必須逐漸取締陳舊的三節爐，以力求普通鑄鐵品質的標準化。一般三節爐熔鐵鑄件，每平方英寸的極限強度不到一萬五千磅；若改用冲天爐以適當配合，操作正常，則鑄件每平方英寸的極限強度，當在三萬磅以上。改用冲天爐後，並可採用加製法。若用矽化鈣加製，使石墨塊狀細碎，鑄件每平方英寸的極限強度則可達四萬五千磅以上。若用矽和鎂加製使石墨球狀化，鑄件每平方英寸的極限強度更可達七萬五千磅以上。鑄鐵強度增加，鑄件的厚度便可以減薄，也就是在設計上可

以減少許多鐵料；所以加製法是應該廣泛推行的。同時，球狀鑄鐵性能的優美，雖超過以往各種鑄鐵，但因其晚在一九四七年才開始試驗，為時不久，對於穩定劑的配合和加入方法，未能盡善盡美；所以尚有待於各方的繼續研究和發現。

本集內灰口鑄鐵加製法裏的密烘鐵顯微攝影，承中國科學院工學實驗館代為磨光、侵蝕、攝相；並承工學實驗館周仁館長，請准科學院給予實驗所得的球狀鑄鐵顯微照相四幀，使球狀石墨鑄鐵的資料，更見充實；書成之日，特此誌謝。

余名銓

一九五一年六月於上海太原路一八八號

目 錄

第一章 臥式熔鐵反射爐	1—14
反射爐的各種名稱	1
反射爐的輻射作用	1
反射爐和冲天爐的對照	2
熔鐵反射爐應用和構造的區別	3—6
燃煤反射爐的設計	6—11
燃油或煤粉的反射爐	12—13
反射爐在應用上的利弊	13—14
第二章 反射爐熔鐵	15—20
反射爐熔鐵的操作法	15—20
第三章 砂模裏澆鑄硬鐵軋輥	21—25
第四章 淬冷硬鐵	26—59
淬冷變硬的原理	26—27
鐵模的厚度	28—29
鐵模的成分	29—30
鐵模的模製	30—40
軋輥頸部的模製	31—33
澆道的模製	33—34
局部加密方法	34—35
半硬軋輥的模製	35—37
有槽軋輥的模製	37—38
冷模和硬度的關係	38—39
各種機件的模製	39—40
空心軋輥的模製	40

軋輥成分	40—47
熔配軋輥的原料	48—50
軋輥發生裂痕的原因	50—51
軋輥的消耗量	51—52
澆製軋輥的操作法	52—59
麻口的管制	53—55
試樣的應用	55—58
軋輥的金相	58—59
第五章 複製合成法鑄硬鐵軋輥	60—68
合成輥的優點	61—63
合成輥的鑄法	63—65
合成輥裏軟硬部份的組織結構	65—68
第六章 鑄製卒冷硬鐵車輪	69—76
格力芬公司鑄製方法	69—74
車輪退火前後的對照	72
車輪的考驗	73
最近的鑄製方法	74
蘇聯的鑄模	74—75
瀋陽冷鑄廠的鑄模	75—76
第七章 展性靱鑄鐵	77—97
展性鑄鐵的發展過程	77—78
展性鑄鐵裏應用的金相學名詞	78—79
展性鑄鐵的主要類別	79—80
標準黑心展性鑄鐵的退火	80—84
黑心展性鑄鐵的類別	84—85
珠光體展性鑄鐵的熱處理	85—89
高矽展性鑄鐵的特點	89—91
合金展性鑄鐵的應用	91—92
各種黑心展性鑄鐵的比較	92—93
冲天爐熔鑄的展性鐵	93—94

銘和硼對展性鑄鐵的影響	94—95
白心展性鑄鐵的迴火	95—97
第八章 展性鑄鐵件的設計和施用方法	98—111
展性鑄鐵件的設計	98—109
展性鑄鐵件的施用方法	109—111
第九章 熔製展性鐵	112—131
反射爐熔配展性鐵	112—114
平爐熔配展性鐵	114—118
長筒旋轉爐熔配展性鐵	118—119
電爐熔配展性鐵	119—130
雙煉法熔配展性鐵	130
冲天爐熔配展性鐵	130—131
第十章 展性鐵的迴火及熱處理	132—148
迴火爐的分類	132—143
盛裝展性鐵鑄件的器具	144—146
灌輸氣體迴製展性鐵	146—148
輻射管式的迴火爐	148
第十一章 灰口鑄鐵的加製法	149—177
灰口鑄鐵熔製方法的改進	149—150
控制石墨的方法	150—153
密烘法加製鑄鐵	153—157
球狀石墨鑄鐵	155—157
加鈰製球墨鑄鐵的條件	156
加鎂製球墨鑄鐵的條件	156—157
用鈰和用鎂加製球墨鑄鐵的比較	157—158
加鈰製球墨鑄鐵成功的過程	158—159
加鈰後再加砂的收穫	159—162
含矽太高對於用鈰加製的影響	162
磷在用鈰加製球墨鑄鐵裏的影響	162—163
含錳太高對於用鈰加製的影響	163

特 種 鑄 鐵

冲天爐熔鐵用鉀加製的結果	163—164
合金鑄鐵用鉀加製的結果	164—165
加鎂製球墨鑄鐵的經過	165—177
美國生鐵製管公司	165—173
萬國鍊公司	173—174
密烘公司	175
中國科學院工學試驗館	175
球化石墨穩定劑的檢討	175—177

第十二章 灰口鑄鐵的熱處理

178—218

退火減輕內應力的應力	178—187
寬縱試驗	180—185
內脅試驗	185—187
其他減輕內脅試驗	187
退火減硬	187—190
白口和麻口鑄件退火減硬	188—189
灰口鑄件退火減硬	189—190
淬火加硬	190—193
熱淬	193—196
灰口鑄鐵熱處理的原理	196—197
穩定和介穩境界	197—199
介穩變到穩定環境	200
灰口鑄鐵熱處理進程中的品性	200—201
鑄鐵淬火溫度和硬度	201—202
鑄鐵退熱過程中的穩定與介穩變換	202—203
鑄鐵熱淬的變換作用	203
針狀結構	203—204
合金在鑄鐵裏對變換速率的影響	205
特種熱處理	205
氮化法	205—207
氮化法的優點	205—206

氮化法的裝備	206—207
火焰加熱淬硬法	207—212
局部加熱淬硬	208
前進式加熱淬硬	208—209
旋轉式加熱淬硬	209—211
前進旋轉式加熱淬硬	212
感應電熱淬硬	212—213
週波的選定	214
電量密度的施用	214
感應加熱的久暫	214—215
高波電流的發生方法	215
感應加熱的應用	215—216
配合外形的感應加熱	216—218

第十三章 合金鑄鐵

鎳	219
鎳在鑄鐵裏的機械性能	220
鉻	220
鉻在鑄鐵裏的機械性能	220
銅	221
銅在鑄鐵裏的機械性能	221
鈳	221
鈳在鑄鐵裏的機械性能	221
鎢	221
鎢在鑄鐵裏的機械性能	221
鈦	222
鈦在鑄鐵裏的機械性能	222
鉛	222
鋁	222
鉍	222
硼	222

碳.....	222
矽化鈣及矽錳鐵等.....	222
矽、錳、硫和磷.....	222—224
合金加入鑄鐵的方法.....	224
在爐外加合金的料斗.....	224
合金鑄鐵的舉例.....	224—246
索 引.....	247—250

第一章 臥式熔鐵反射爐 (Air furnace)

反射爐的各種名稱

普通鑄鐵的熔鑄方法，已經在第一集裏分別敘述，現在再來討論比較特殊的熔鑄方法。從鑄鐵的熔爐來講，除了正常用的立式鼓風熔鐵爐，通用的叫做冲天爐外，應算臥式反射爐了。因為這種反射爐是以燃煤直接發熱的，所以稱為直接燃煤爐 (Direct-fire furnace)；又因其燃煤是用直接拉風的，所以也稱為直接拉風燃煤爐 (Straight-draft furnace)；如採用在爐柵之下以鼓風燃煤，則又稱為柵下吹風的反射爐 (Under-draft air furnace)。在美國各工場裏，則通稱為空氣爐 (Air furnace)，但為一種俗稱，不足採用；不若稱火焰反射爐來得確當。因其設計和應用是專為熔鐵的，所以亦稱為熔鐵反射爐。

反射爐裏的輻射作用

反射爐裏的作用，其原來意義，是將燃煤的火焰，經過爐橋及燃燒室頂下斜的控制作用，而使其反射到爐窩裏的熔料上，熔料受到火焰的熱度便熔化了。在實際熔鐵的過程中，鐵雖由火焰的傳導而得到熱度，但大部份的熱，還是靠爐頂和爐壁裏存熱的輻射作用來供給的，所以我們也可以把反射的意義應用到爐頂和爐壁的輻射作用上去，或者稱之為輻射爐亦無不可。當火焰於熔料上掃射而過，到襲擊冷鐵時，就把火焰裏的熱很迅速的傳導給鐵；鐵有相當強的傳導性，便向下傳導，而達爐窩；因此，和火焰接觸面上的鐵所得着的熱，也就很快分散到全部的裝料，而溫度不致十分增高。同時，火焰裏的熱，也燒着爐頂和爐壁，把它們逐漸燒熱。爐頂和爐壁是火磚砌成的。火磚的傳導性比鐵低得多，所以受到熱度之後，一時無法全部傳導而分散；於是就在近面的一層儲積起來；結果鐵料尚未熔化，而爐頂和壁的磚面已經非常熾熱。爐磚的熱既不能向外大量洩散，便只有向內輻射。爐磚受熱愈多，則輻射愈烈。輻射愈烈，則爐內溫度愈高。爐內溫度愈高，則火磚所受到

熱度又將增高。如此循環競進，最後而達於限度。在這個限度時，不獨能使生鐵熔化，尚能使生鐵過熱，使火焰在爐內能繼續維持這個限度的發熱，正常持久不變，而至相當的時間。這是設計造爐者必須注意配合的主要問題。

反射爐和冲天爐的對照

在詳細敘反射爐之前，先把反射爐和冲天爐對於熔鐵的利弊作一個比較，以便選擇採用。在正常工作中，是應該用冲天爐的，因其熔化迅速，成本較輕，且能加入廢鋼以配合成分。但在特種工作中，有的熔鐵需要含硫較低，如熔鑄展性軟鐵的工場；又正常熔鑄大件時，有極大呆鐵，而須回爐重化應用者，如澆鑄軋輥的工場；在這種情形之下，均當建造反射爐以克服困難。從另一方面講，反射爐裏熔料的熱，是由火焰的傳導和爐磚的輻射而受到的，但熔料和燃料並沒有接觸，所以鐵就不會吸收到硫；除非火焰的氣體裏，或少量吹入爐膛裏的灰裏，有時帶入的硫會部份被鐵吸收；但其量究屬有限。冲天爐裏熔料和燃料密切接觸，並和熾熱的焦炭接觸，則硫會被鐵大量吸收的。因為鐵和燃料接觸與否的關係，如於反射爐裏加入廢鋼，就會把熔鐵的含碳量減低；若於冲天爐裏加入廢鋼，所得熔鐵的含碳量，則不會十分變動；因為廢鋼和火焰的氣體相接觸是吸收不到碳的，而廢鋼和焦炭接觸時，便可以吸取碳；所以要保證熔鐵的含碳量不變，反射爐裏便不能加入廢鋼。因為燃料和鐵接觸，熱力損失較少，所以冲天爐裏熔鐵的燃料較省；熱度傳導較速，所以冲天爐熔鐵十分迅速。至於操作的方式，反射爐是把鐵料裝足後，經數小時後熔化加熱，然後放鐵鑄件，所謂一次式；而冲天爐是隨時加入熔料，隨時放出熔鐵，所謂繼續式。因操作方式的不同，加料方法也就不一樣了。為配合加料方法，一次作業可以堆入大塊呆鐵，而在繼續作業中，鐵塊的大小，須力求均勻；若加入呆鐵，就會影響熔鐵溫度。縱丟開溫度不管，因限於裝料門的尺寸，十分大塊的呆鐵，也是無法進爐的。所以要使大塊呆鐵能夠熔化應用，反射爐是唯一的工具了。

熔鐵反射爐應用和構造的區別

就應用方面來講，熔鐵反射爐可以分爲兩種：第一種是用以熔化灰口生鐵者，和鑄件中之需要含硫較低的優級生鐵；如煤氣爐和蒸汽缸，卒冷和砂模軋輥，以及大砲鐵等之必須受強力而需特種之物理性者，都可用這種反射爐熔化。圖1所表示的熔爐的長度不大，爐窩長不過18英尺，其中4英尺是彎到烟道裏去的明烟道，雖然也裝有熔鐵，但受不到熱，所以受到熱度最大的限度只有14英尺。但爐頂往往高在6英尺以上，所以裝料者可以搬運舊軋輥等大塊呆鐵，闊步而入。橫闊也相當寬，爲6英尺至6英尺6寸。第二種是用以熔化澆鑄展性軟鐵的，如圖2所表示者。其爐頂最高之點，不過4英尺。爐頂的形狀與裝置，和

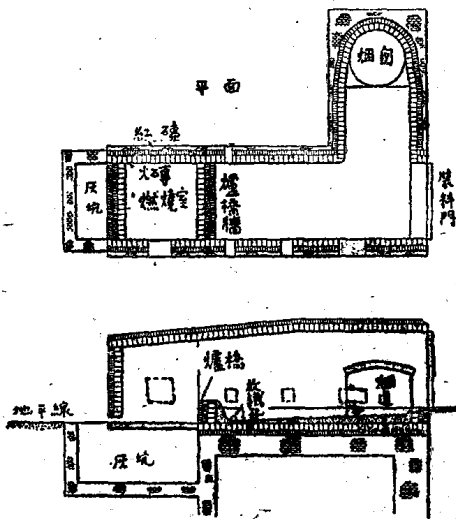
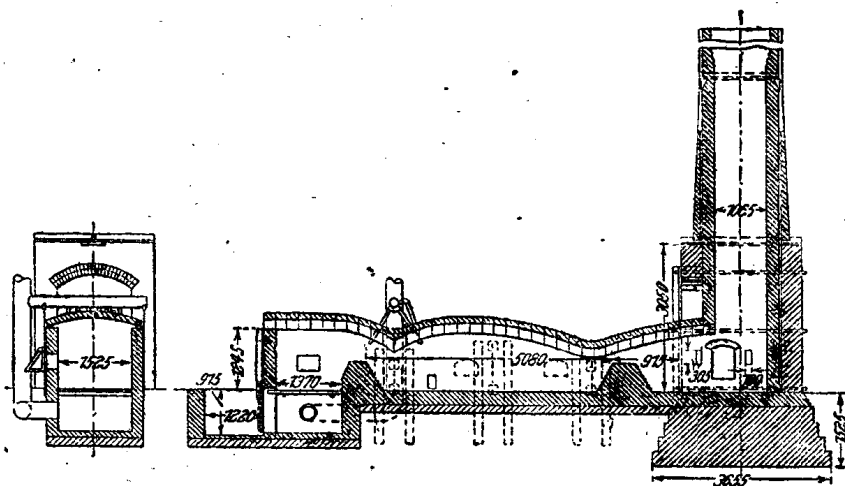


圖1 熔灰口生鐵的反射爐

進風燃煤的方法，亦各有不同。熔鑄展性軟鐵，反射爐的爐頂形狀有曲線形，而且是活動的；其進風燃煤方面，不完全依賴烟道抽風的拉力，而靠爐棚鼓入的壓風；所以圖1裏熔鑄生鐵反射爐的烟道，最低不得少於80英尺，最高可達85英尺，要比圖2裏熔鑄展性軟鐵的高出20英尺之多。圖2裏還可以看到爐頂進風管的作用，是使

火焰的燃燒更爲猛烈，同時使火焰向爐窩裏所堆的燃料衝擊，加速其熔化率。施用爐頂風管進風，應十分小心。放入適當風量，足以提高爐溫和增進熔化率；若放入太多，便足以損壞鐵的品質。放置爐頂進風管的地點，應配合拉風的情形，使火焰的方向，正對爐窩。因其係採用壓風，所以爐棚下的灰坑，是正常封閉的。熔爐邊牆上所開的門，是爲便利操作而設，熔料則都是從爐頂上加入的；因爲爐頂是分節的，可以

吊開，所以裝料相當便利。總括而言，第一種反射爐的形狀，是闊而高，用天然拉風燃煤，熔鐵較緩，宜於熔鑄大件。第二種反射爐的形狀是狹而長，多用鼓風燃煤，熔鐵較速，熱度也較高，宜於熔鑄小件。兩種熔爐的容量因而不同：第一種的容量，正常的多為 25 噸，其最大者可達 40 噸；而第二種的容量，最大的少有超過 20 噸者，正常的為 12 噸，其最小者只有 1 噸。



會使爐窩裏有很深的熔鐵，停在熔爐尾端溫度最低之處，而接近爐橋溫

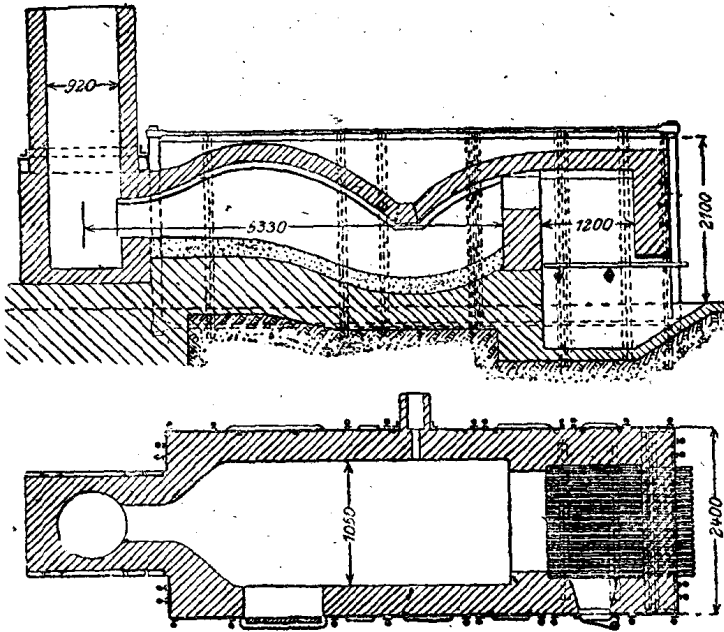


圖3 英國式熔鐵反射爐

度最高的地方，存鐵便很淺，結果將使爐橋附近的鐵容易受到氧化；同時，爐尾放鐵，因溫度太低而發生困難。但事實上，這種裝置是不會發生很嚴重的氧化和過冷的放鐵情形的；因為這種熔爐的構造與英、美式的略有不同，其火焰和熱氣在爐內經過的速度很高，結果是燃煤消耗量太多，熔化率很低，而熔鐵很慢。從圖4裏可以很明顯的看出其構造的主要不同之點，煙囪是砌造在很大的橫樑上，用四根撐柱支持，使其位置移到反射爐的後段上，火煙就不必經過煙道，而直接排出。同時，爐頂的斜度很大，橫斷面積縮小，使火焰向下而有力的掃射到放鐵孔，再加很高的火煙流動速度，提高了爐窩尾部的熱度。這樣的構造和這種燃煤方法的結果，爐窩尾部不會過分冷的。不過，由煙囪裏排去太多的熱量，所以燃煤的消耗很大，而熔化率却很低。

此外，尚有所謂駝背爐，因其爐背高聳，形如駱駝的背，所以稱做駝背爐，如圖5所表示者。此爐是從斯塔福那式反射爐改變而來的，其

用意是想把爐頂和爐窩配合着火焰的方向，以增高熔化率，但結果並不合乎理想；因其不能經久耐用，修理費用浩大，熔化率也未見有顯著的增進。

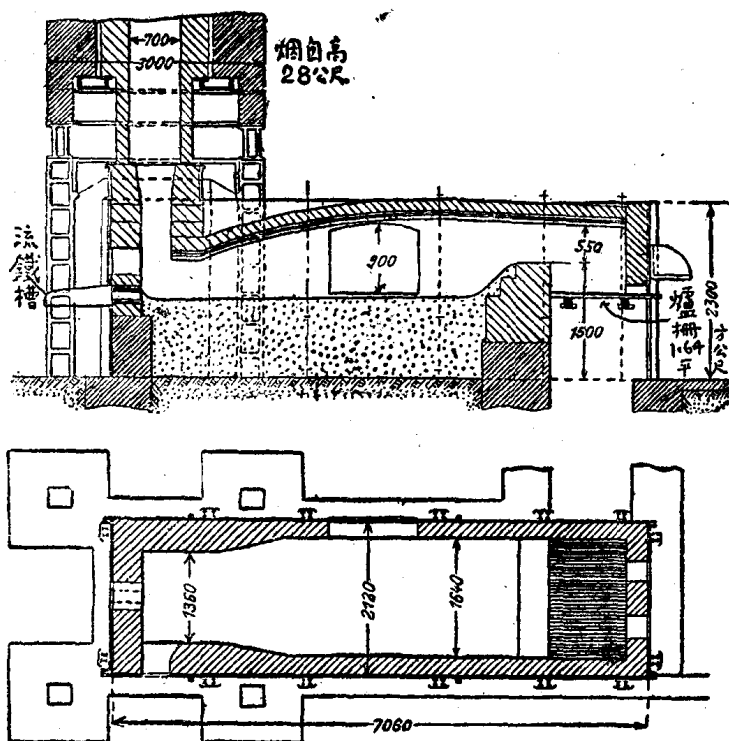


圖 4 德國西德蘭式熔鐵反射爐

奧森再生預熱式反射爐(B. Osann regenerative air furnace),是一種圓形的爐,配備有四個豎式再生預熱室,使煤氣和空氣,都經過預熱後而燃燒,有如一座舊式的平爐;但爐形是圓的,其熱力的效率不如平爐;故乾脆建造平爐,還來得穩妥。

燃煤反射爐的設計

設計熔鐵反射爐最重要之點,為爐棚面積和爐窩面積的比例。依據經驗所得,熔爐的容量愈少,爐棚面積需要的比例便愈大;容量愈大,則爐棚面積的比例減小。20噸熔爐的爐棚面積,多為 $\frac{1}{3}$ 爐窩面積,即爐窩是爐棚面積的三倍。20噸以下的熔爐多為 $\frac{2}{3}$,就是爐窩面積只